

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 36 14 646 A 1

51 Int. Cl. 4:
G01 B 11/30
G 01 F 17/00
B 41 C 1/02
// G02B 21/00,
H04N 7/18

21 Aktenzeichen: P 36 14 646.3
22 Anmeldetag: 30. 4. 86
43 Offenlegungstag: 5. 11. 87

Deutsches Patentamt

DE 36 14 646 A 1

71 Anmelder:

GRUDE Elektronik GmbH, 8000 München, DE;
Tiefdruckhilfsmaschinen GmbH & Co KG, 8080
Fürstenfeldbruck, DE

74 Vertreter:

Wilhelms, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Kilian, H.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8000 München;
Schmidt-Bogatzky, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,
2000 Hamburg

72 Erfinder:

Grude, Klaus, Dr., 8152 Vagen, DE; Zirkel, Uwe,
Dipl.-Phys., 8000 München, DE; Maier, Günter, 8082
Grafrath, DE; Hahn, Hermann, 8081 Tegernbach, DE;
Wrba, Peter, 8085 Walkertshofen, DE

54 Verfahren zur Vermessung von Vertiefungen in Oberflächen, insbesondere des Volumens von Gravurnäpfchen in Druckflächen

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Vermessung von Vertiefungen in Oberflächen, insbesondere des Volumens von Gravurnäpfchen in Druckflächen, nach welchem ein auf eine Vertiefung gerichtetes Mikroskop in Schritten auf eine Folge von Höhenebenen zwischen dem Boden und dem Rand der Vertiefung scharf gestellt wird, die so gewonnenen Bilder zu einer Matrix von Bildpunkten optoelektrisch gewandelt und die Bildpunkte digital abgespeichert werden, die Bildpunkte, die den in einer Höhenebene scharf abgebildeten Teilen der Oberfläche der Vertiefung entsprechen, als Punkte größten Kontrastes zu benachbarten Bildpunkten identifiziert werden, und diese Bildpunkte multipliziert mit einer dem Abstand ihrer Ebene von der Randebene der Vertiefung entsprechenden Größe aufsummiert werden.

DE 36 14 646 A 1

1. Verfahren zur Vermessung von Vertiefungen in Oberflächen, insbesondere des Volumens von Gravurnäpfchen in Druckflächen, dadurch gekennzeichnet, daß ein auf eine Vertiefung gerichtetes Mikroskop (2) in Schritten auf eine Folge von Höhenebenen zwischen dem Boden und dem Rand der Vertiefung scharf gestellt wird, daß die so gewonnenen Bilder zu einer Matrix von Bildpunkten optoelektrisch gewandelt und die Bildpunkte digital abgespeichert werden, daß die Bildpunkte, die den in einer Höhenebene scharf abgebildeten Teilen der Oberfläche der Vertiefung entsprechen als die Punkte größten Kontrastes zu benachbarten Bildpunkten identifiziert werden, und daß diese Bildpunkte multipliziert mit einer dem Abstand ihrer Ebene von der Randebene der Vertiefung entsprechenden Größe aufsummiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Bildpunkt in jeder Höhenebene ein den Helligkeitsunterschieden zu seinen Nachbarn in der gleichen Ebene entsprechender Grauwert gespeichert wird, daß die Höhenebenen unter den Punkten gleicher Lage nach dem Punkt mit dem den größten Helligkeitsunterschieden entsprechenden Grauwert durchsucht werden, daß jedem dieser Punkte ein seinem Abstand von der Randebene der Vertiefung entsprechender Grauwert zugeordnet wird, und daß die so erzeugten Grauwerte addiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des den Helligkeitsunterschieden zu seinen Nachbarn entsprechenden Grauwerts eines Bildpunkts die Summe der Absolutwerte der Helligkeitsdifferenzen zu seinen 8 nächsten Nachbarn bestimmt und die für die Bildpunkte so gewonnenen Werte für jeden Bildpunkt über ein Feld von 16×16 Bildpunkten gemittelt werden.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bilder des Mikroskops (2) mit einer Videokamera (1) aufgenommen und die Ausgangssignale der Videokamera einem Bildanalyserechner (5) eingegeben werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroskoptubus durch einen vom Bildanalyserechner (5) gesteuerten Schrittmotor (4) bewegt wird.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermessung von Vertiefungen in Oberflächen, insbesondere des Volumens von Gravurnäpfchen in Druckflächen.

Die mit Gravursticheln etwa für den Tiefdruck erzeugten, zur Aufnahme der Druckfarbe bestimmten Näpfchen wurden hinsichtlich ihrer Volumina bislang folgendermaßen untersucht.

Ein Gravurnäpfchen mit typischerweise einer Seitenlänge von der Größenordnung $100 \mu\text{m}$ und einer entsprechenden Tiefe der Größenordnung $25 \mu\text{m}$ wird unter dem Mikroskop mit Hilfe eines einblendeten Maßstabes von Hand hinsichtlich der Länge seiner Längsdiagonale (die Diagonale in Bewegungsrichtung des Stichels) und seiner Querdiagonale vermessen. Außerdem wird durch Scharfeinstellung des Mikroskops

auf den Näpfchenrand und auf den Boden des Näpfchens anhand des dabei zurückgelegten Weges des Objektivtubus die Tiefe des Näpfchens bestimmt. Daraus läßt sich dann unter bestimmten aus der Form des Stichels folgenden Annahmen über die generelle Form des Näpfchens das Volumen bestimmen. Sind diese Annahmen aufgrund von Abnutzung oder Beschädigung des Stichels unzutreffend geworden, so wird auch das berechnete Volumen falsch. Auch läßt sich mit dem bekannten Verfahren nur ungenau etwas über die Form des Näpfchens erfahren.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, welches eine genauere optische Vermessung des Näpfchenvolumens ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren, wie es in Anspruch 1 gekennzeichnet ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren in Verbindung mit der beigefügten Zeichnung beschrieben.

Auf dieser zeigt

Fig. 1 ein Ergebnisbild von vier einzelnen Tiefenschnittbildern,

Fig. 2 Höhenlinien einer Vertiefung,

Fig. 3 Höhenprofilschnitte einer Vertiefung längs der und parallel zu den in Fig. 2 eingezeichneten Diagonalen, und

Fig. 4 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Mit einer Videokamera 1 werden über ein Mikroskop 2 Bilder von Vertiefungen in einer Oberfläche, im vorliegenden Fall von mit einem Stichel erzeugten Gravurnäpfchen in einem Tiefdruckzylinder, aufgenommen und einem Bildanalyserechner 5 mit Eingabetastatur 6, Drucker 7 und Videomonitor 8 zugeführt (Fig. 4).

Die Gravurnäpfchen, von denen hier die Rede ist, haben größenordnungsmäßig eine Tiefe von einigen zehn Mikrometern und eine Erstreckung längs der Oberfläche des Zylinders von der Größenordnung $100 \mu\text{m}$. Die Schärfentiefe des Mikroskops ist so gewählt, daß sie einen Bruchteil der Tiefe einer auszumessenden Vertiefung beträgt. Bei einer 400-fachen Vergrößerung beträgt die Schärfentiefe ca. drei Mikrometer. Die Tiefeneinstellung des Mikroskops 2 erfolgt durch Steuerung des Vertikalfteintriebs des Mikroskops durch einen Schrittmotor 4, der seinerseits vom Bildanalyserechner 5 gesteuert wird. Mit der angegebenen Schärfentiefe läßt sich damit mit ca. 16 Tiefschnitten eine etwa $50 \mu\text{m}$ tiefe Vertiefung in 16 Bildebenen vollständig erfassen.

Jedes der 16 Einzelbilder wird mit 256 Punkten in je 256 Zeilen mit 8 Bit, d. h. 256 Graustufen digitalisiert und abgespeichert. Die Bildelemente der den einzelnen Tiefschnitten bzw. Höhenebenen entsprechenden Einzelbilder werden folgendermaßen verarbeitet: Zunächst wird eine Sobelfilterung durchgeführt, d. h. für jeden Bildpunkt werden die Helligkeitsdifferenzen zu benachbarten Bildpunkten, vorzugsweise den 8 nächsten Nachbarn, bestimmt, betragsmäßig aufsummiert und dem Bildpunkt als neuer Grauwert zugeordnet. Diese Grauwerte werden dann noch für jeden Bildpunkt einer Tiefpaßfilterung, d. h. einer Mittelung über eine Matrix von vorzugsweise 16×16 umgebenden Bildpunkten der gleichen Bildebene unterworfen.

Die Bildpunkte von scharf abgebildeten Teilen der Oberfläche der Vertiefung zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Helligkeitsunterschiede zu benachbarten Bild-

punkten größer sind als es für Bildpunkte von unscharf abgebildeten Teilen der Vertiefungs Oberfläche der Fall ist, da die scharf abgebildeten Teile kontrastreicher erscheinen. Sucht man daher die in verschiedenen Höhen liegenden Bildebenen unter den Bildpunkten gleicher Koordinaten in ihrer Ebene nach demjenigen Bildpunkt ab, dem nach Sobel- und Tiefpaßfilterung der hellste Grauwert zugeordnet ist, so erhält man für jede Höhengene eine Menge von Bildpunkten, die den in dieser Höhengene und in einem diese Höhengene umgebenden Bereich mit Höhe des Abstandes zweier Höhengenen liegenden Punkten der Vertiefungs Oberfläche entsprechen. Ordnet man jedem Punkt der genannten Mengen einen Grauwert zu, der dem Abstand seiner zugehörigen Höhengene von der Randebene der Vertiefung entspricht, so ergibt eine Addition der Grauwerte aller Punkte dieser Mengen eine Größe, die dem Volumen der Vertiefung proportional ist.

Auf diese Weise läßt sich also das gesuchte Volumen der Vertiefung ermitteln.

Fig. 1 zeigt ein Ergebnisbild mit vier Tiefenschnittbildern, das man erhält, wenn man jeden "scharfen" Bildpunkt mit dem dem Abstand seiner Höhengene von der Vertiefungsrandebene entsprechenden Grauwert aufträgt.

Fig. 2 zeigt für eine größere Anzahl von Höhengenen bzw. Schnitten durch das Höhenlinienbild. Die Höhenlinien entsprechen den Randkonturen der in Fig. 1 gezeigten Flächen mit unterschiedlichem Grauwert.

Fig. 3 zeigt Höhenprofilschnitte mit Schnitten längs der und parallel zu den in Fig. 2 gezeigten Diagonalen der Vertiefung. Den kontinuierlichen (und nicht treppenförmigen) Verlauf der Höhenprofilschnitte erhält man, indem man die in Fig. 1 dargestellten Grauwerte für alle Punkte einer Tiefpaßfilterung, d. h. einer Mittelung über vorzugsweise 16×16 benachbarte Bildpunkte unterwirft und die so gewonnenen Grauwerte aufträgt.

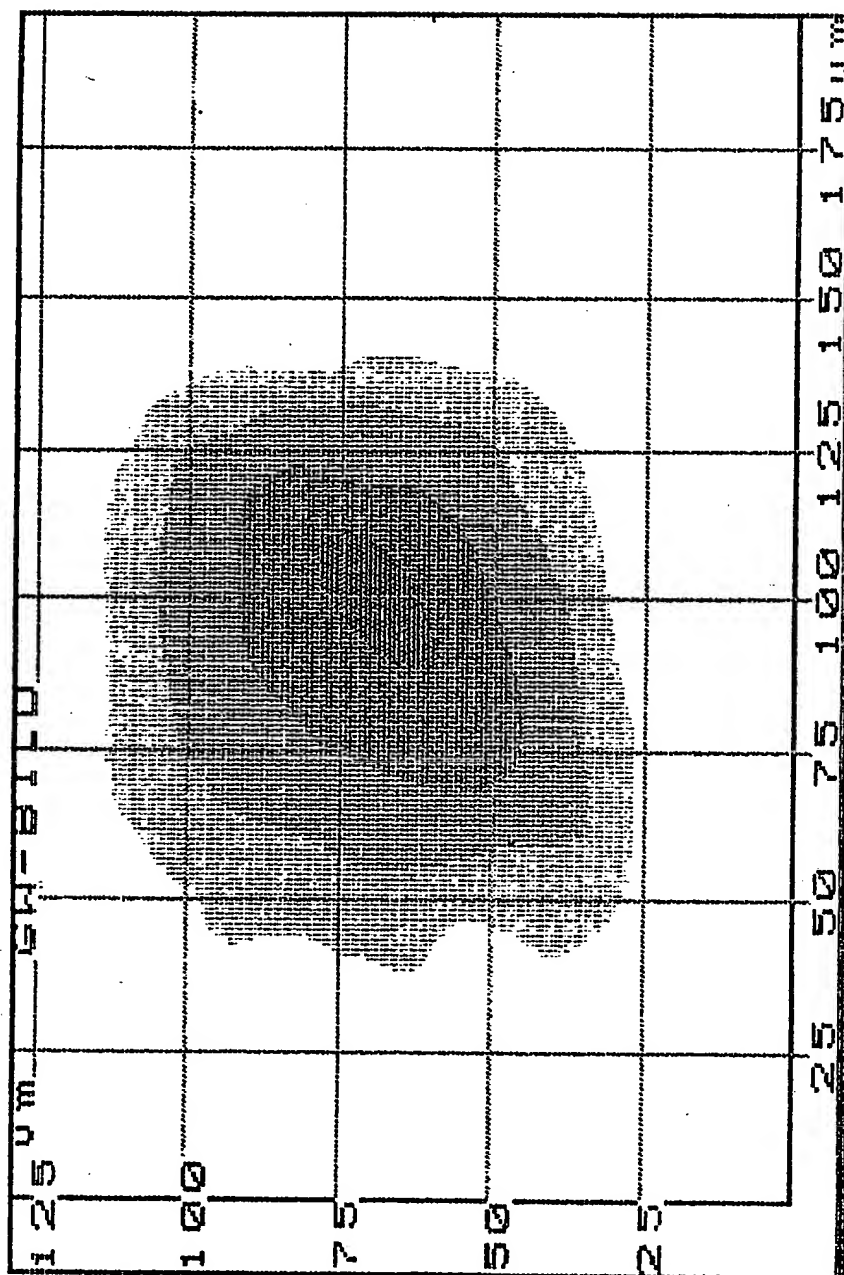


Fig. 1

3614646

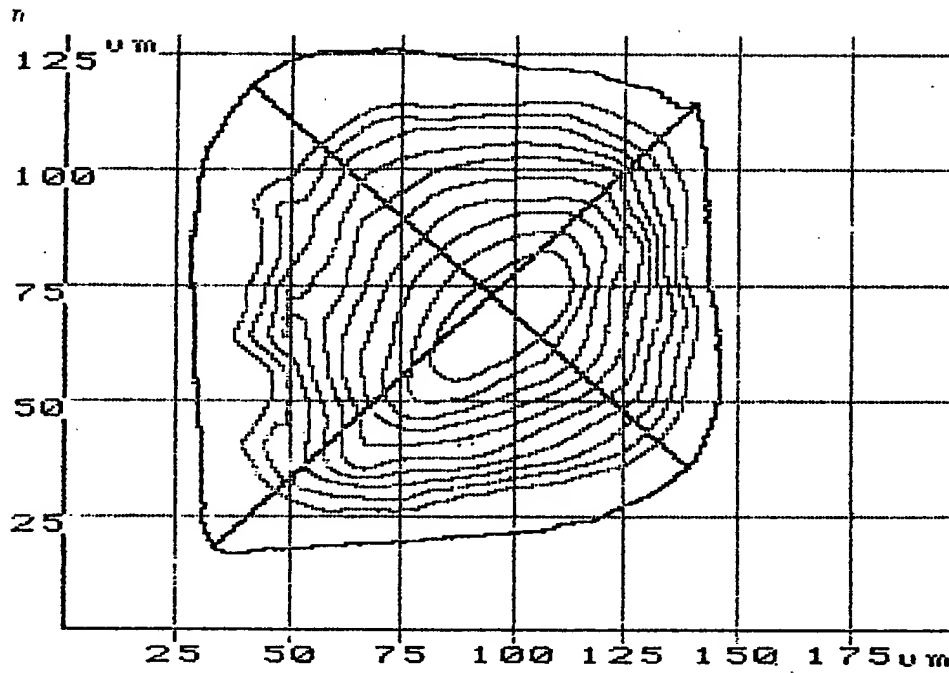


Fig. 2

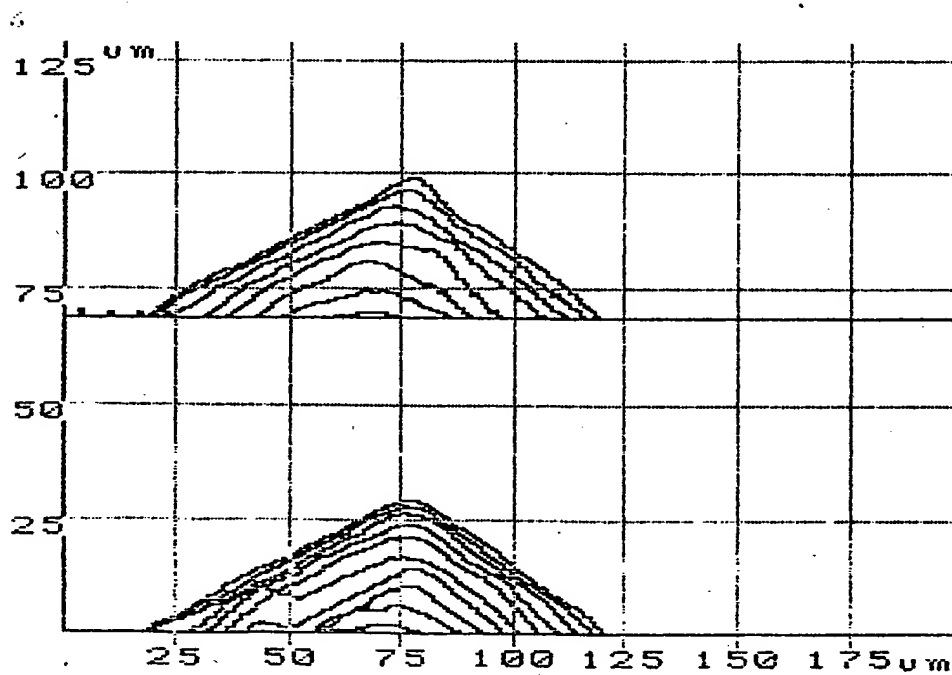
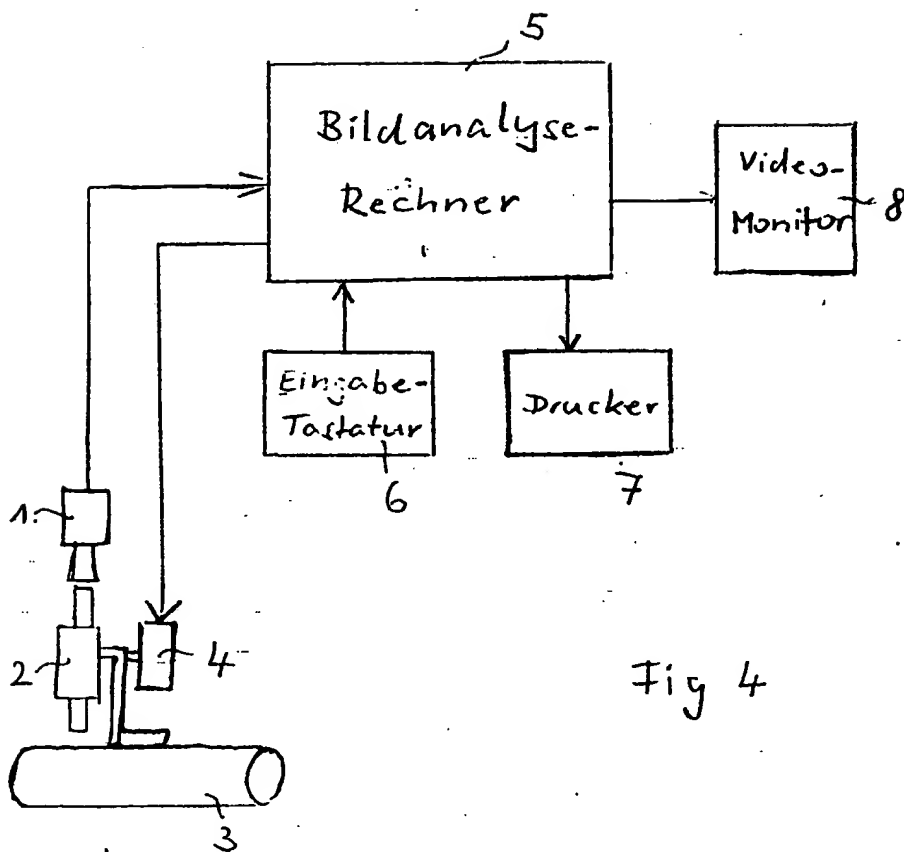


Fig. 3



PUB-NO: DE003614646A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 3614646 A1

TITLE: Method for Measuring Depressions in Surfaces, in particular the Volume of Engraving Cells in Printing Areas

PUBN-DATE: November 5, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

<u>NAME</u>	<u>COUNTRY</u>
GRUDE, KLAUS DR	DE
ZIRKEL, UWE DIPL PHYS	DE
MAIER, GUENTER	DE
HAHN, HERMANN	DE
WRBA, PETER	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

<u>NAME</u>	<u>COUNTRY</u>
GRUDE ELEKTRONIK GMBH	DE
TIEFDRUCKHILFSMASCH GMBH & CO	DE

APPL-NO: DE03614646

APPL-DATE: April 30, 1986

PRIORITY-DATA: DE03614646A (April 30, 1986)

INT-CL (IPC): G01B011/30, G01F017/00, B41C001/02

EUR-CL (EPC): G01B011/30

US-CL-CURRENT: 101/170

ABSTRACT:

The subject-matter of the invention is a method for measuring depressions in surfaces, in particular the volume of engraving cells in printing areas, in accordance with which a microscope directed on to a depression is focused in steps on to a sequence of contour planes between the base and rim of the depression, the images thus obtained are converted optoelectrically into a matrix of pixels and the pixels are stored digitally, the pixels which correspond to the parts, imaged sharply in a contour plane, of the surface of the depression are identified as points of maximum contrast relative to adjacent pixels, and these pixels are summed after multiplication by a magnitude corresponding to the distance of their plane from the rim plane of the depression.

PTO 2004-5469

DE 3,614,646

Translation of German Patent Document No. 3,614,646

Inventor: Klaus Grude et al.

Applicant: Grude Elektronik GmbH

Priority Date: N/A

Int. Class: G01B11/30; G01 F 17/00; B 41 C 1/02;

// G02B21/00; H04N 7/18

Application Date: April 30, 1988

Publication Date: November 5, 1987

Original German Title: Vefahren zur Vermessung von Vertiefungen in Oberflächen, insbesondere des Volumens von Gravurnäpfchen.

METHOD OF MESSURING RECESSES IN SURFACES, MOR
PARTICULALRY THE VOLUME OF GRAVURE WELLS

CLAIMS

1. Method for measuring recesses in surfaces, more particularly, the volume of gravure wells in surfaces, characterized in that a microscope (2), which is directed to a recess, is precisely focused in steps on a sequence of contour planes between the bottom and the edge of the recess, so that images obtained in this manner can be opto-electronically converted into a matrix of pixels, and the pixels are digitally stored in such a way that the pixels, which correspond to the portions of the recess surface which are imaged precisely on one contour plane, are identified as points of greater contrast relative to

the adjacent pixels, and in that these pixels are added by size, which corresponds to the distance of their plane from the plane of the recess edge.

2. Method as defined in Claim 1, characterized in that for each pixel on each contour plane, a grayscale is stored which corresponds to the difference in brightness relative to its neighbors on the same plane and in that the contour planes are searched beneath the points in the same position subsequent to the point whose grayscale corresponds to the point having the greatest difference in brightness, and so that each of these points is associated with a grayscale which corresponds to the distance of the edge plane of the recess, and in that the grayscales obtained in this manner are added.

3. Method as defined in claim 2, characterized in that in order to determine the grayscale of a pixel relative to its neighbors, the sum of the absolute values of the brightness differences are determined relative to the first 8 neighbors, and the values obtained in this manner for each pixel are averaged for each pixel over a field of 16x16 pixels.

4. Method as defined in one of the preceding Claims, characterized in that the images in the microscope (2) are taken via a video camera (1), and the output signals of the video camera are entered into an image analysis computer (5).

5. Method as defined in claim 4, characterized in that the microscope tube is moved by means of a stepped motor (4), which is controlled by a image analysis computer (5).

DESCRIPTION

The present invention relates to a method for measuring recesses in surfaces, more particularly the volume of gravure wells in printing surfaces.

The volume of wells intended for holding ink and made by means of engraving styluses for gravure printing, have previously been examined in the following manner:

A gravure well, typically having a side length on the order or magnitude of 100 μm and a respect depth on the order or 25 μm , is manually measured under a microscope with the aid of a focused scale relative to the diagonal length (the diagonal length in the direction of movement of the stylus) and its diagonal width. Additionally, the depth of the well is determined by sharply focusing the microscope on the edge of the well and the bottom of the well and the distance traveled by the tube of the lens in this case. The volume of the well can be determined based on certain assumptions that are made relating to the shape of the stylus and the general shape of the well. If these assumptions are wrong because of wear or damage of the stylus, the calculated volume in this case is also wrong.

The known method neither allows precise data relating to the shape of the well to be obtained.

It is therefore the object of the present invention to propose a method allowing more precise optical measurements to be taken of the volume of the well.

The problem under consideration is solved in accordance with the invention by a method as defined in Claim 1.

Advantageous further modifications of the invention are defined in the dependent claims.

The inventive method is described below and illustrated in the associated drawings:

Using a video camera 1, images 2 of recesses on a surface are taken through a microscope; in the present case, the recesses are gravure wells made with a stylus in a gravure cylinder. The images are then transmitted to an image analysis computer 5 comprising an input keyboard 6, a printer 7, and a video monitor 8 (Fig. 4).

The gravure wells under consideration here are on the order of some ten micrometers and extend along the surface of the cylinder for 100 micrometers. The focus setting of the microscope is selected in such a way as to be a fraction of the depth of the recess to be measured. At an

enlargement of 400 times the depth of field, the focus setting is approximately three micrometers. The depth of field setting of the microscope 2 is a function of the control on the fine vertical adjustment device on the microscope by means of a step motor 4 which, in turn, is controlled by the image analysis computer 5. The aforementioned depth of field setting allows with approximately 16 deep cuts an approximately 50 micron-deep recess to be recorded in its entirety on 16 image planes

Each of the 16 individual images is digitalized and stored with 256 pixels, 256 lines each, and 8 bits, i.e., 256 grayscales. The image elements of the individual images corresponding to the individual depths of cut, or contour planes, are processed in the following manner: First a Sober filtering processes is completed, i.e., for each pixel the differences in brightness relative to adjacent pixel, preferably the 8 next neighbors, are determined and summed, and the pixel is associated with a new grayscale value. The grayscale values for each pixel are then subjected to a low pass filtering process, i.e., averaging via a matrix, preferably, 16x16 surrounding pixels on the same image plane.

The pixels of sharply defined portions of the recess surface are distinguished in that the differences in their brightness relative to the adjacent pixels are greater than is the case for pixels of imaged portions of

the recessed surface that are not sharp, because the sharply imaged parts appear to have more contrast. Thus, when searching in the different image planes at different heights for the pixels having the same coordinates, and with which the lightest grayscale was associated after undergoing Sobel- and low-pass filtering, numerous pixels are obtained for each contour plane which correspond to this contour plane and a region surrounded by this plane, including the distance between two points lying on two contour planes on the recess surface. If a grayscale value is associated with each point of the aforementioned quantities, which correspond to the distance of its associated contour plane from the edge plane of the recess, the result is a value that is proportional to the volume of the recess.

The desired volume of the recess can be determined in this manner.

Fig. 1 is the image comprising four gravure images and obtained when each "sharp" pixel is applied with the grayscale value corresponding to the distance of its height plane from the edge plane of the recess.

Fig. 2 illustrates a greater number of height planes or a cross-section through the contour plane. The contour lines correspond to the edge contours of the surfaces having different grayscale values as illustrated in Fig. 1.

Fig. 3 illustrates the cross section of cross profile view including cross-sections longitudinally and parallel to the diagonal lines of the recess illustrated in Fig. 2. The continuous (rather than stepped) course of the cross-section of the contour line is obtained by passing the grayscale value for all points illustrated in Fig. 1 through a low pass filter, i.e., preferably more than 16x16 adjacent pixels are averaged, and the grayscale values obtained in this manner are applied.

US Patent and Trademark Office
Translations Branch
Martha Witebsky - September 23, 2004

GRUDE...
Tiefdruckhilfsmaschinen...

1/3

2644640
Nummer: 38 14 648
Int. Cl.: G 01 B 11/30
Anmeldetag: 30. April 1988
Offenlegungstag: 5. November 1987

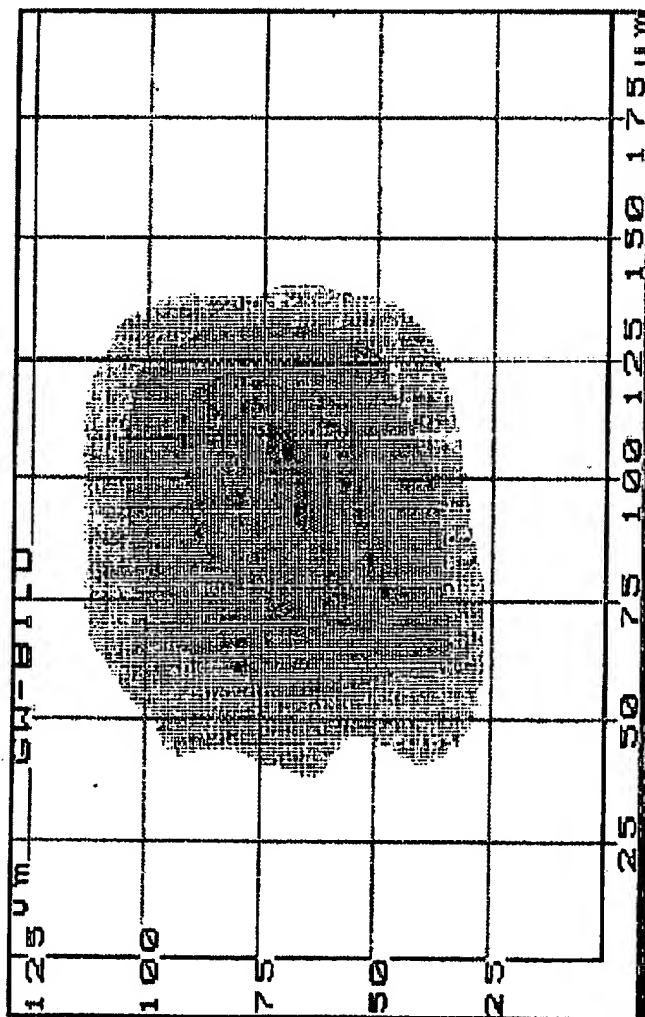


Fig. 1

708 045/187

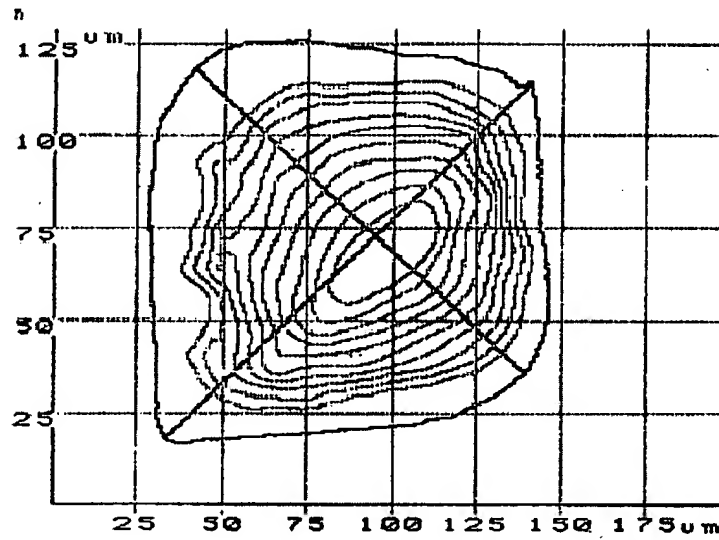


Fig. 2

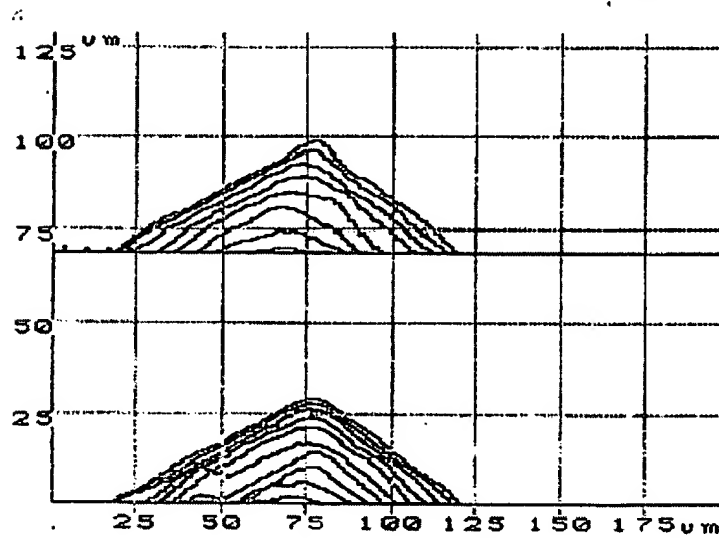


Fig. 3

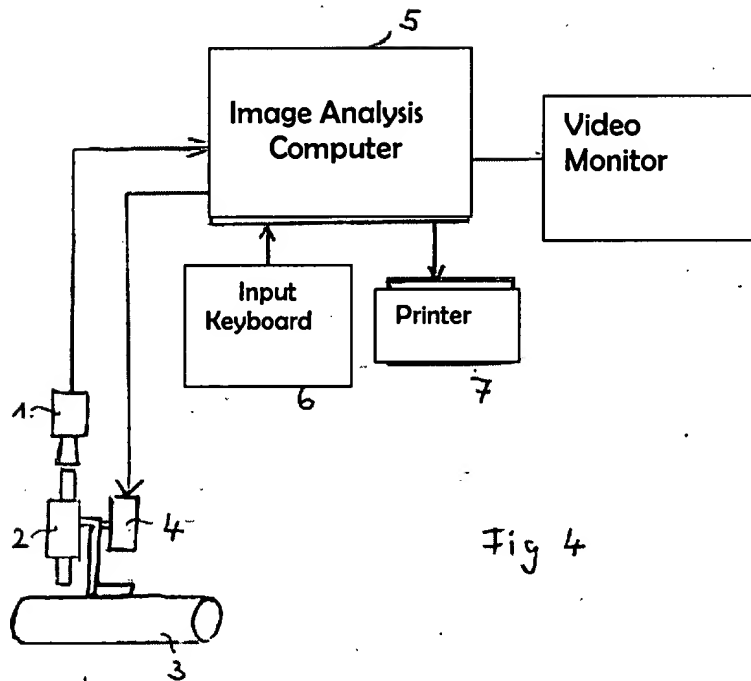


Fig 4

ORIGINAL INSPECTED